



FERNANDO BAÑÓN IZU

"PLANTACIÓN DE LÚPULO DE 2,04 HA EN MABEGONDO (A CORUÑA)"



POLITÉCNICA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL: FITOTECNIA

PLANTACIÓN DE LÚPULO DE 2,04 HA  
EN MABEGONDO (A CORUÑA)

PROYECTO FIN DE CARRERA  
FERNANDO BAÑÓN IZU  
Marzo de 2013



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL: FITOTECNIA

## MEMORIA





## ÍNDICE

OBJETO DEL PROYECTO .....	3
NATURALEZA DE LA TRANSFORMACIÓN .....	3
LOCALIZACIÓN DE LA MISMA .....	3
DIMENSIÓN DEL PROYECTO .....	3
MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO .....	5
MOTIVACIÓN DEL PROYECTO .....	5
FINALIDAD DEL PROYECTO .....	5
CONDICIONANTES IMPUESTOS POR EL PROMOTOR .....	5
CRITERIOS DE VALOR .....	6
ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA .....	7
ANTECEDENTES .....	7
ÁREA DEL PROYECTO: CONDICIONANTES INTERNOS Y EXTERNOS .....	7
Condicionantes internos .....	7
Condicionantes externos .....	11
Mercado del lúpulo .....	13
Usos del lúpulo .....	13
CONTEXTO HISTÓRICO DEL LÚPULO EN GALICIA .....	14
SITUACIÓN ACTUAL DE LA FINCA .....	14
SITUACIÓN FUTURA SIN PROYECTO .....	15
ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y PROBLEMAS. DIAGNÓSTICO .....	15
OBJETIVOS Y METAS. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS. ....	16
OBJETIVO DEL PROYECTO .....	16
ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS .....	16
Generación de alternativas estratégicas .....	16
Análisis y selección de alternativas estratégicas .....	16
Metas del proyecto .....	18
INGENIERÍA DEL PROCESO .....	19
ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN .....	19
PROCESO PRODUCTIVO .....	19
Instalación de las estructuras .....	19
Mantenimiento del suelo .....	19

LABORES DEL CULTIVO.....	20
Colocación de los tutores.....	20
Entutorado .....	20
Poda .....	20
Aporcado.....	21
Cosecha y procesado .....	21
Pelado .....	21
Secado .....	21
Acondicionamiento, pelado y envasado.....	21
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS .....	22
Plagas .....	22
Enfermedades .....	22
RIEGO .....	23
Cálculo y programación de riegos.....	23
FERTILIZACIÓN .....	24
INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	25
INSTALACIÓN DE RIEGO .....	25
Características del sistema de riego .....	25
Cabezal de riego.....	25
Bomba .....	26
INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	26
Necesidades de alumbrado de la caseta de riego .....	26
Necesidades de energía eléctrica .....	26
Elementos de protección y seguridad.....	26
Tarifas eléctricas .....	27
PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO .....	28
PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	28
EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO .....	28

## OBJETO DEL PROYECTO

### NATURALEZA DE LA TRANSFORMACIÓN

El siguiente proyecto es una iniciativa de carácter agrícola que tiene como objetivo establecer una plantación de lúpulo var 'Nugget' en una finca del término municipal de Abegondo (A Coruña).

La finca en la que se va a desarrollar el proyecto, está siendo actualmente aprovechada como pasto para alimentación de ganadería bovina extensiva. La transformación va a producir un cambio en el aprovechamiento de la parcela pasando a ser una plantación con todas las infraestructuras necesarias para el cultivo del lúpulo. Así, la plantación contará con un sistema de riego con fertirrigación, unas estructuras para el entutorado de la planta, así como un sistema de control continuo de los parámetros edafológicos, climáticos y vegetales (SENS-ITG Agro).

### LOCALIZACIÓN DE LA MISMA

Las parcelas en las que se llevará a cabo la transformación se encuentran en el Concello de Abegondo, a 800 m de la aldea (comúnmente llamadas en Galicia "parroquia") de Limiñón en la provincia de A Coruña (Galicia). Limiñón forma parte de la comarca natural de "As Mariñas" o "As Mariñas dos Frades". Las parcelas se encuentran a unos 5 km de Betanzos, capital de la comarca y a 20 km de la capital de la provincia, A Coruña.

La plantación estará ubicada en las parcelas 512 y 942 del polígono 504 del T.M. de Abegondo. Todas ellas pertenecen a la finca conocida como "Mariquiñas", propiedad de M<sup>a</sup> Concepción Álvarez Bringas y arrendadas por LUTEGA (Lúpulo Tecnología Galicia), empresa promotora del proyecto. El centro de gravedad de la finca se encuentra en el punto 43° 14' 31"N y 8° 14' 30"O (Plano 1).

La zona de la finca donde se establecerá la plantación limita al sur con el río Mero (del que se tomará el agua para el riego) y está rodeada por un bosque de árboles caducifolios en el resto del perímetro excepto por la parte noreste en la que se sitúa un inmueble.

El acceso de la finca se realiza a partir de una pista de 50m que se une a un camino asfaltado (200 m) que enlaza con la carretera comarcal CP-0105.

### DIMENSIÓN DEL PROYECTO

La superficie total de la plantación es de 2,04 ha, ocupando un 66 % de la superficie de las parcelas alquiladas. El resto de la superficie está ocupada por la caseta de riego, el camino perimetral y por otra superficie improductiva.

Las necesidades energéticas de la plantación ascienden a 10 kW en pico de demanda por lo que habrá de ser diseñada una instalación eléctrica al efecto. Del mismo modo, se hará un consumo estimado de agua procedente del río Mero de  $1.064 \text{ m}^3 \cdot \text{riego}^{-1}$ . La bomba abastecerá con un caudal de  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

Se estima una producción en años productivos de unos  $4.500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , lo que se traduce en  $2.195 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . La vida productiva de la plantación se establece en 20 años.

## **MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO**

### **MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

La empresa promotora del siguiente proyecto de ingeniería es LUTEGA (Lúpulo Tecnología Galicia). El proyecto nace como respuesta a una necesidad que se está planteando en la realidad. El grupo cervecero Hijos de Rivera S.A. demanda un lúpulo gallego para poder fabricar una cerveza 100 % gallega además de reducir los costes de adquisición del producto, ya que la importación de lúpulo americano o alemán es más cara que el precio fijado y contratado con LUTEGA.

LUTEGA está formada por dos socios: Doña Belén Matilla Cortés, gerente de la empresa y Don Ricardo Rilo, socio agricultor. LUTEGA ha demandado la realización de un proyecto de ingeniería para realizar el establecimiento de una plantación de lúpulo. Se busca producir un lúpulo de alta calidad con elevado contenido en resinas y con atributos diferenciados frente a otros lúpulos nacionales e internacionales. Además se perseguirá la diversificación del producto para la elaboración de otros subproductos interesantes (medicinales, espirituosos, cosméticos, alimentarios u otros).

El objetivo a largo plazo es el de fomentar la implantación de otras parcelas de lúpulo y cubrir la demanda que necesita la cervecera Hijos de Rivera S.A..

### **FINALIDAD DEL PROYECTO**

El fin último de este proyecto es aprovechar el nicho de mercado existente con la producción de lúpulo. En la actualidad no existen productores de lúpulo en Galicia pero sí que existe una demanda de lúpulo gallego como se ha comentado. De esta manera, LUTEGA, aprovecha la oportunidad de establecer las primeras plantaciones de lúpulo de Galicia y ser pionera en este campo.

La iniciativa tiene que producir unos ingresos superiores al coste de oportunidad del promotor y convertirlo en un cultivo económicamente interesante para los productores con el fin de promover el desarrollo de otras plantaciones en los alrededores.

### **CONDICIONANTES IMPUESTOS POR EL PROMOTOR**

El promotor exige que se cumplan una serie de condiciones, que se exponen a continuación:

- Inversión máxima de 160.000 € y utilización de la mano de obra propia de LUTEGA siempre que sea posible.
- Coste de oportunidad del capital: 2,00 %.
- Producción esperada en años productivos: 2.200 kg·ha<sup>-1</sup>.
- Que cumpla toda la legislación vigente para este tipo de explotaciones.
- La variedad que se cultiva es la 'Nugget' puesto que los ensayos realizados indican que esta es la variedad alfa más productiva testada para este medio.
- Establecimiento de un sistema de riego por goteo con fertirrigación.
- Tipo de producción: producción integrada con manejo integrado de plagas.



- Fertilización por el método que resulte más económico y óptimo para la nutrición del cultivo.
- Utilización de técnicas avanzadas para la gestión del cultivo con el objetivo de maximizar la eficiencia de las producciones y disminuir el impacto ambiental de la actividad agrícola. Desarrollo e investigación de medios de producción alternativa para reducir costes y facilitar el proceso.
- La vida productiva de la plantación se establece en 20 años.
- Proceso de productivo claro, bien organizado, con costes desglosados minuciosamente y con seguridad de la cantidad de producto final.

#### CRITERIOS DE VALOR

Serán los siguientes:

- Producción de calidad diferenciada (elevada cantidad de grados alfa, aceites esenciales y taninos) al mínimo coste, siempre que se respeten los condicionantes mencionados anteriormente.
- Disminución del coste de producción de todos los procesos buscando alternativas rentables e innovadoras.
- El producto deberá poseer una buena seguridad sanitaria.

## ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

### ANTECEDENTES

El proyecto va a estar reglamentado por toda la legislación existente referente a cada uno de los aspectos del cultivo. La legislación está dividida en comunitaria, nacional y autonómica que reglamentan distintos aspectos.

Los reglamentos europeos legislan en relación a organización común de mercados en el sector del lúpulo, las disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa a los agricultores, la certificación del lúpulo y productos del lúpulo, el reconocimiento de las agrupaciones de productores en el sector del lúpulo y la importación del lúpulo procedente de terceros países. La normativa nacional legisla en relación a seguros combinados, límites máximos de residuos, etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios y el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

### ÁREA DEL PROYECTO: CONDICIONANTES INTERNOS Y EXTERNOS

#### Condicionantes internos

##### *Condicionantes climatológicos:*

Para la realización del estudio climatológico se han empleado datos correspondientes al observatorio de Mabegondo situado a 2,5km de la parcela. Las conclusiones de mayor relevancia son:

**Radiación solar:** inferior a la que encontramos en el resto de España debido básicamente a la elevada latitud y a una climatología lluviosa. Destaca el mes de enero con una media de horas de sol de 3 h·día<sup>-1</sup>.

**Índices de continentalidad y oceanidad:** la parcela está en un área clasificada como marítima en la totalidad de los índices realizados. Esto coincide con la climatología que posee la parcela, que es eminentemente oceánica con veranos secos.

**Viento:** los valores mensuales medios se encuentran comprendidos entre 10,1-12,3 km·h<sup>-1</sup>. Los vientos son más intensos durante el mes de septiembre y son más débiles durante los meses de primavera. Los meses de verano registran ráfagas de viento más suaves pero pueden producirse vendavales eventuales que pueden producir daños en la cosecha debido a la gran superficie de exposición del cultivo del lúpulo.

**Temperaturas:** bastante suaves a lo largo de todo el año existiendo una oscilación de 10°C entre la temperatura media del mes más frío y el mes más cálido. La temperatura media es de 13,1°C. En la Figura 1 se puede observar la evolución estacional de las temperaturas. La nomenclatura de temperaturas procede de la Metodología para la elaboración de estudios aplicados de climatología (Almorox et al, 2004).

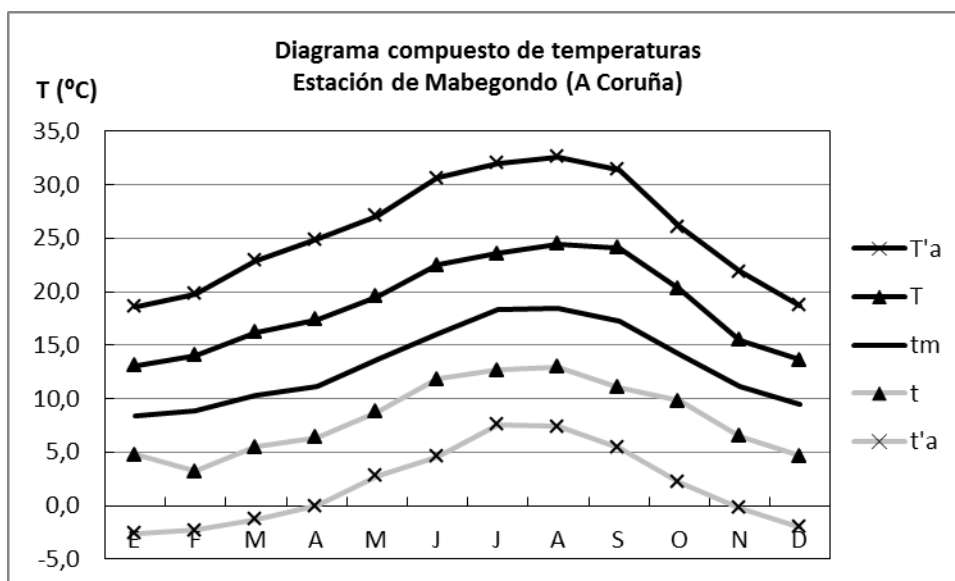


Figura 1: Diagrama compuesto de temperaturas - Estación de Mabegondo (A Coruña) (Elaboración a partir de SIGA y meteoGalicia).

**Horas frío:** de acuerdo con las correlaciones de Weimberger, Mota y Tabuenca, podríamos situar el número de horas frío del municipio entre 500 y 1000 horas anuales. Según Tabuenca, el periodo de reposo se produce desde el 15 de noviembre hasta el 15 de febrero. Según la correlación de Tabuenca el periodo de reposo tiene la misma duración.

**Régimen de heladas:** el periodo de heladas probables según Emberger, se produce desde el 9 de Noviembre hasta el 22 de abril. Según el modelo de Papadakis, se calcula que la estación media libre de heladas va desde el 28 de octubre hasta el 1 de abril y la estación disponible libre de heladas va desde el 2 de octubre al 21 de abril. Los datos de la estación climatológica muestran una media de 7,8 heladas en febrero y 0,6 en abril.

El lúpulo será podado a finales de marzo con el objetivo de retrasar la brotación y así evitar que pueda ser afectado por las heladas primaverales.

**Pluviometría:** asciende a 1.009,4 mm de media anual. Ésta se distribuye de manera heterogénea a lo largo del año siendo las precipitaciones más elevadas en los meses de otoño, invierno y primavera. Las precipitaciones de verano corresponden al 10% del total del año lo que motiva la instalación de un sistema de riego.

Las precipitaciones máximas en 24 horas no presentan valores preocupantes de cara a la existencia de problemas derivados.

En la Figura 2 se puede observar el diagrama ombrotérmico elaborado con la evolución de las precipitaciones y temperatura media a lo largo del año.

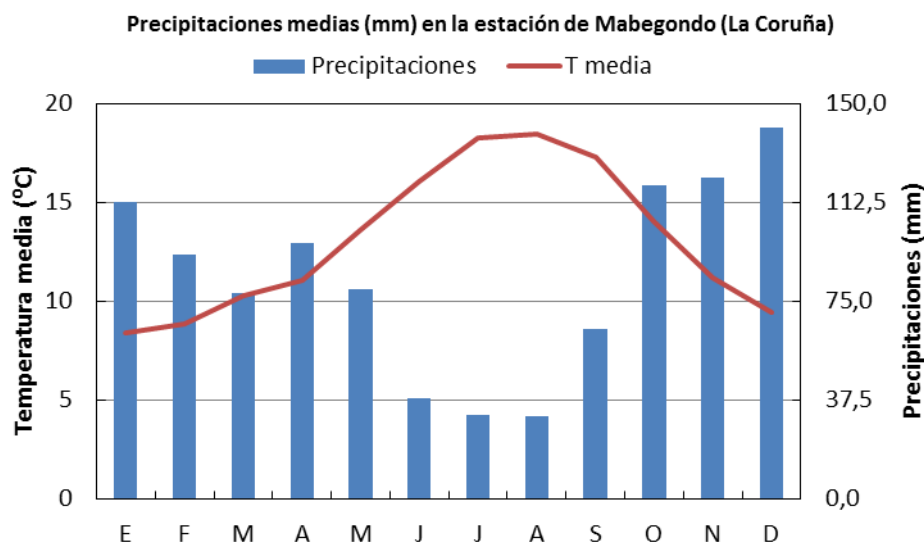


Figura 2: Diagrama ombrotérmico de Gaussen de la estación de Mabegondo (Elaboración a partir de SIGA).

Este régimen de precipitaciones y temperaturas es adecuado para el cultivo del lúpulo según sus requerimientos climáticos.

**Número de días de lluvia:** durante los meses de otoño e invierno se dan valores de 13 y 14 días de lluvia ( $P > 1$  mm) al mes. Durante el verano se dan valores medios de 6 días de lluvia al mes.

**Humedad relativa máxima:** la humedad relativa media anual es elevada (80,5%), esto tiene influencia en el desarrollo de enfermedades criptogámicas e influirá en las labores que se van a realizar en el cultivo.

**Otros datos de interés:** los fenómenos de nieve o granizo tienen poca importancia.

**ETP Penman-FAO:** 1.014,4 mm al año. El mes con mayores necesidades es julio y el mes con menores necesidades es enero. Estos datos son fundamentales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo.

**Índices climáticos:** según el índice de Lang el clima se clasifica dentro de una zona húmeda de bosques claros, según la clasificación de De Martonne el clima se clasifica dentro de una zona húmeda. Por último, según Emberger, queda clasificado dentro del género mediterráneo húmedo.

**Clasificaciones climáticas:** Köppen lo clasifica en el grupo Csb (templado húmedo con verano seco), Thornthwaite como  $C_2$  = Subhúmedo,  $s$  = Falta de agua estival moderada,  $B'_4$  = Mesotérmico,  $a'$  (concentración estival) y Papadakis como Mediterráneo templado.

#### *Condicionantes edafológicos:*

Para la realización del estudio edafológico se ha realizado una calicata en la parcela a dos profundidades distintas: 0-25 cm y 25-50 cm. Las conclusiones de mayor relevancia son:

**Textura:** de tipo franco-arenosa con un 60,1 % de arena, 29,6 % de limo y 10,3 % de arcilla en el estrato 0-25 cm.

**Profundidad disponible:** se trata de un suelo con un perfil homogéneo en los primeros 100 cm. Los suelos de textura franco-arenosa del suelo se caracterizan por su elevada permeabilidad, gracias a ello, no se producirán problemas de asfixia por encharcamientos. El lúpulo requiere suelos profundos para poder desarrollar su extenso sistema radicular por lo que estas características le son convenientes. Además, al poseer rizomas, el encharcamiento le afecta particularmente y los suelos de tipo arenoso son los más indicados.

**Estructura:** las partículas que componen el suelo se hayan poco agregadas y separándose con facilidad. Presenta abundancia de poros y canales capilares debida a la intensa actividad biológica presente.

**Densidad aparente:**  $1.380 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

**pH:** ácido de 5,68. Este pH es demasiado bajo para el lúpulo por lo que habrá que realizar una labor de encalado previa al establecimiento de la plantación.

**Conductividad eléctrica:**  $0,495 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Suelo no salino.

**Materia orgánica:** 6,9 % en el primer estrato. Suelo con gran cantidad de materia orgánica lo que tiene gran importancia en la fertilidad, la vida microbiana así como en otros aspectos del cultivo.

**Cationes de cambio:** Muy bajo contenido de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^{+}$ . Contenidos medios de  $\text{K}^{+}$ . RAS (Relación de Absorción de Sodio) = 0,65.

**CIC** (Capacidad de intercambio catiónico): muy débil lo que es desfavorable para la fertilidad del suelo.

**Nutrientes del suelo:** muy elevado nivel de N total, nivel óptimo de Fósforo asimilable y niveles medio-óptimo de Potasio asimilable.

### *Análisis de agua de riego*

---

El agua de riego procede del río Mero. Se caracteriza por tener unos parámetros muy buenos para regar. Muy poca concentración salina ( $\text{CE} (\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}) = 0,146$ ), pH 6,6 y ninguno de los cationes presenta un valor inconveniente. El RAS del agua es 0,624.

**CSR** (Carbonato sódico residual) = -0,53 meq/l.

**Dureza en grados higrométricos franceses:**  $^{\circ} \text{F} = 4,75$

**Clasificación según las normas Riverside:** el agua es de tipo C1-S1, con lo que el peligro de alcalinidad es bajo.

**Clasificación según las normas Green:** el agua es de buena calidad.

**Clasificación según las normas Wilcox:** el agua es de excelente a buena para el riego.

## ■ Condicionantes externos

### **Núcleos de población y comunicaciones:**

La parcela se encuentra enclavada en el municipio de Abegondo (provincia de La Coruña) en la comarca de “As Mariñas”. El municipio cuenta con 5.709 habitantes (2011) y una densidad de población de 83,81 habitantes/km<sup>2</sup>. La población representa un 0,5% de la de la provincia (1.145.448 habitantes, datos 2009). La parcela del proyecto se encuentra a 800 m de las parroquias de Cos (al sur) y de Limiñón (al norte).

La parcela se encuentra muy bien conectada a las redes viales. Las vías de comunicación más importantes de los alrededores de la plantación son:

- Autovía A-6, autopista AP-9, N-VI, N-550, autovía autonómica AG-64, autovía del Cantábrico o la autopista AP-53.

La vía de acceso a la parcela es la carretera CP-0105.

La parcela está cercana a algunos de los centros urbanos de mayor importancia de la provincia:

- A Coruña (capital): 20 km.
- Betanzos: 5 km.
- Santiago de Compostela: 50 km.

### **Topografía e hidrografía:**

El paisaje de la comarca de As Mariñas está marcado por una orografía abrupta con abundancia de relieve. Este rasgo tiene gran influencia sobre la demografía de la comarca produciendo la disgregación de las casas en el paisaje. Los puntos más elevados de la comarca alcanzan los 200 m y los puntos más bajos están a nivel del mar. Los vértices geodésicos más cercanos a la parcela son los de Castro de Ameas (207 msnm) y Santa Marta de Babio (188,8 msnm).

La parcela tiene una topografía que se caracteriza por una suave pendiente que baja desde la parte norte de la parcela hacia el sur donde se encuentra el curso del río Mero (Plano nº 4).

La red hidrográfica es densa existiendo dos cursos fluviales preponderantes en la comarca: río Mero (que pasa por la finca) y río Barcés. Ambos abastecen de agua al embalse de Cecebre que abastece en agua a la ciudad de A Coruña. La cuenca hidrográfica de dicho embalse cubre una extensión de 228 km<sup>2</sup>.

### **Datos sociológicos:**

El municipio de mayor importancia de las cercanías es Betanzos, capital de la comarca. Éste cuenta con una población de 13.537 habitantes (2011). No obstante el área de influencia de esta localidad abarca mucha más población que acude para realizar gestiones. Por la experiencia que se tiene con cosechas de otros cultivos, se puede concluir que no existe déficit de mano de obra, al contrario, la disponibilidad de mano de obra es abundante.

**Evolución demográfica:**

La población no ha sufrido grandes cambios en los últimos años como se puede observar en la tabla 1. Betanzos es la que mayor incremento ha experimentado con 19% respecto a 1981. La capital, ha incrementado su población en un 6% mientras que en Abegondo se ha producido un descenso de 4%.

Tabla 1: Evolución poblacional de tres municipios coruñeses (INE, 2011).

Evolución poblacional de tres municipios de la comarca de As Mariñas-Betanzos.				
	1981	1991	2001	2011
<b>Betanzos</b>	11.383	12.187	12.990	13.537
<b>Abegondo</b>	5.912	5.448	5.729	5.709
<b>A Coruña</b>	231.821	246.531	236.782	246.056

En cuanto a la estructura demográfica de la población, la mayor parte de ésta, está comprendida entre los 25 y 65 años.

**Indicadores económicos:**

La renta disponible por habitante de los municipios de la comarca tiene un valor medio para este indicador por debajo de la media provincial y de Galicia (Tabla 2). Betanzos tiene una renta superior a la media (13.602 €/hab).

Tabla 2: Renta familiar disponible por habitante €/hab) en la provincia de Coruña y otros municipios (MAB, 2012).

	PIB (€/habitante)		
	2007	2008	2009
Comarca As Mariñas	10.596	11.618	12.775
Municipio A Coruña	12.177	13.984	15.061
Provincia A Coruña	11.288	12.378	13.437
Galicia	11.833	12.418	13.547

**Actividad agrícola:**

En esta comarca destaca la superficie de tierras labradas destinadas a la obtención de productos para el consumo urbano como cereales, hortalizas, frutas, flores, etc., frente a las tierras dedicadas a pastos permanentes.

Se observa una drástica disminución en el número de explotaciones agrícolas, al igual que en la superficie total dedicada a ellas en el periodo 1999-2009.

La producción de cereales en grano ocupa un lugar preponderante con casi 1.800 ha de tierras labradas en la comarca, siendo el máximo de superficie dedicada a trigo, seguido por cebada, avena, centeno y maíz. Otros cultivos que destacan son la patata, las flores y la planta

ornamental. La huerta para consumo familiar es común en todos los municipios de la comarca, en conjunto son más de 40 ha dedicadas a este aprovechamiento.

Si hablamos de ganadería, en el conjunto del territorio, los tres tipos de explotaciones que predominan son aves (33%), bovino (26%) y porcino (17%), respectivamente (MAB, 2012).

### **Aprovechamientos forestales:**

Galicia es una importante región forestal en España, con una superficie forestal arbolada de 1.343.300 ha, lo que representa el 45,4% de todo el territorio gallego, según el Anuario de Estadística Agraria del año 2008. Las especies madereras de mayor importancia son el pino resinero (*Pinus pinaster*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

### **Mercado del lúpulo**

---

El mercado del lúpulo se caracteriza por una oferta variable en función de las cosechas mundiales y una demanda estable que tiende a incrementar con el tiempo.

Entre 1992 y 2006 se produjo una gran disminución del área cultivada de lúpulo. Este descenso de superficies dedicadas a lúpulo culminó con una crisis en 2007.

Actualmente existe una situación de sobreproducción pese a que hayan sido retiradas de producción 9.000 ha desde 2008. Con 44.609 ha, la superficie de lúpulo mundial alcanza mínimos históricos. La producción mundial asciende a 89.582 t en 2012, 10.000 t menos que en 2011. Las expectativas futuras son una reducción de la superficie y la producción en los próximos años (IHGC, 2012) con el objetivo de adecuar la producción con la demanda.

### **Usos del lúpulo**

---

El uso principal del lúpulo ha sido históricamente la elaboración de cerveza. Las propiedades antisépticas del producto permitían el mantenimiento de la cerveza durante más tiempo. A parte de su uso en la cerveza, el lúpulo tiene muchas otras utilidades que han sido empleadas a lo largo de la historia.

Las propiedades medicinales son bien conocidas, tiene efectos sedantes, antimicrobianas, anti-inflamatorias, anticancerígenas y antiobesidad. Los brotes tienen mucho sabor y pueden utilizarse en ensalada. Pueden ser comidos como si fuesen espárragos, esta práctica ha sido realizada tradicionalmente en Bélgica (producción en Poperinge). El lúpulo posee un colorante que obtenido de los tallos y las hojas, puede ser utilizado como tinte para pelos castaños. El xanthohumol tiene efecto anticarcinogénico al inhibir el desarrollo de ciertas células tumorales.

Por último, están los usos alternativos que se vienen haciendo en los últimos años como puede ser desodorantes con lúpulo, cápsulas anti-inflamatorias, geles de ducha, bálsamo para labios, infusión, licores y cremas cosméticas.

LUTEGA tiene como objetivo vender una parte de la producción para la elaboración de productos como los que se acaban de describir. Se debe de fomentar las iniciativas que



contribuyan a realizar un uso del lúpulo alternativo que pueden producir ingresos superiores a los adquiridos por la venta a Hijos de Rivera S.A.

## CONTEXTO HISTÓRICO DEL LÚPULO EN GALICIA

El lúpulo comenzó a cultivarse por primera vez en España en Galicia en los años 30 del siglo XX. Gracias a su clima lluvioso, el lúpulo es más productivo en estas regiones que en otras. A raíz del desabastecimiento que se produjo la Segunda Guerra Mundial (los estados que más producían estaban en plena guerra) y de la política autárquica del gobierno español, se impulsó el cultivo para reducir las importaciones.

El cultivo comenzó a expandirse por la geografía española, implantándose en provincias con climatologías oceánicas así como en el norte de Castilla. En Galicia, a partir de 1946, se produjo un incremento incesante del cultivo del lúpulo, alcanzándose un máximo en 1963 de 240.369 kg. Posteriormente esta producción disminuyó paulatinamente hasta desaparecer en los años 80. ). A finales de la década de los 60 y durante todos los 70, el lúpulo se convierte en el «oro verde» de varias comarcas leonesas, especialmente en las riberas de los ríos Órbigo, Tuerto, Porma y Torío.

Tras una evolución creciente de la producción hasta 1985, año en el que se alcanza el record histórico con tres mil toneladas, la producción se estabiliza. En 1986, con la incorporación de España a las Comunidades Europeas, finaliza la concesión y se liberalizan totalmente las importaciones de lúpulo, por lo que el papel tradicional de Fomento del Lúpulo cambia, pasando a ser una empresa comercializadora que establece sus objetivos de compra en función de las necesidades de los accionistas.

Según el Anuario de estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) de 2010, la superficie nacional es de 502 ha (98% en León) con una producción de 1.028 t y un valor económico de 4.842 miles de €.

## SITUACIÓN ACTUAL DE LA FINCA

En la actualidad, las parcelas se encuentran cubiertas por un denso manto herbáceo. Éste ha sido utilizado como pasto para el ganado (vacas y caballos) en los últimos tiempos y hasta la actualidad. La pradera está constituida por numerosas especies herbáceas lo que le da una gran heterogeneidad. Para llevarse a cabo la plantación ha sido necesario realizar la tala de una alineación de árboles (sauces y robles) existente en medio de la parcela que impedía el realizar la plantación.

Ninguna de las parcelas está considerada como área protegida catalogada por los estados miembros de la Unión Europea: ZEPA, LIC o ZVN. En la actualidad, se están llevando a cabo los procedimientos para permitir entrar a formar parte de la red de espacios “Reserva de la Biosfera” a las “Mariñas coruñesas e Terras do Mandeo”, en las que se encuentra incluida la comarca del proyecto.

## SITUACIÓN FUTURA SIN PROYECTO

De no realizarse el proyecto, la actividad agrícola desarrollada en la parcela seguiría la tendencia de las parcelas de los alrededores. Se dejaría como pastos destinados al ganado vacuno como se ha realizado hasta la actualidad.

## ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y PROBLEMAS. DIAGNÓSTICO

El cultivo del lúpulo ha sido anteriormente cultivado en Galicia con éxito como se ha comentado ya. La calidad del producto producido allí es un punto superior en alfa ácidos al producto producido en León en la actualidad. Además existe un comprador seguro a la producción que es Hijos de Rivera S.A., quien se compromete a comprar la producción de LUTEGA, siempre que los criterios cualitativos sean cumplidos.

La climatología gallega así como el suelo donde se va a cultivar son muy favorables para el cultivo, lo que aseguran unas cosechas rentables. La mano de obra necesaria para estas cosechas está asegurada ya que existen múltiples municipios en los alrededores en los que existe mano de obra disponible. Por último, el lugar de plantación se encuentra cerca del lugar de procesado (pelado, secado, peletizado y acondicionamiento), con lo que se reduce la distancia a recorrer cuando se hace la cosecha.

Entre los problemas que se pueden encontrar para poner en marcha la plantación está la carencia de personal con experiencia en la realización de las labores del cultivo. Pese a que ya haya sido cultivado en la comarca, el cultivo sigue siendo poco conocido lo que dificulta algunos procesos. Este mismo desconocimiento hace que los agricultores sean reticentes a implantar un cultivo con el que no han tenido experiencia. Otro problema es la inversión necesaria para implantar el cultivo. Es necesaria una infraestructura que no se necesita para otros cultivos con lo que esto encarece el presupuesto de la inversión y exige mayores réditos de la actividad económica futura.

## OBJETIVOS Y METAS. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS.

### OBJETIVO DEL PROYECTO

La empresa promotora: LUTEGA, ha encargado la realización del presente proyecto con el objetivo de poder poner en marcha una plantación de lúpulo de 2 ha en las parcelas mencionadas para el año agrícola 2013-2014. La empresa cuenta ya con 3 ha de lúpulo plantadas en otras fincas de los alrededores y busca realizar una expansión del cultivo en la comarca.

Con esta iniciativa se busca reimplantar un cultivo que ya estuvo presente en Galicia pero fue reduciéndose paulatinamente hasta desaparecer a principios de los años 80. La empresa Hijos de Rivera S.A. es el mayor grupo cervecero de Galicia (producción de Estrella Galicia) y tiene interés en producir una cerveza con productos (lúpulo, cebada y agua) de origen gallego. De aquí, el interés por reintroducir el cultivo y desarrollar una actividad económica en torno a ello.

### ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

#### Generación de alternativas estratégicas

Se ha realizado un análisis de alternativas estratégicas en función de las necesidades que conlleva el proyecto:

- Elección de la especie
- Elección de la variedad
- Elección del tipo de producción agrícola
- Elección secano/regadío
- Elección del sistema de riego
- Elección del tipo de fertilización
- Elección del mantenimiento del suelo
- Elección del sistema de formación, la altura y el marco de plantación
- Elección del tipo de estructura de la plantación
- Elección del suministro energético

#### Análisis y selección de alternativas estratégicas

**Elección de la especie:** la elección de la especie está siendo determinada por el promotor: el lúpulo.

**Elección de la variedad:** la variedad más productiva y con mejores características de almacenamiento en esta zona es la 'Nugget'. Este resultado se obtuvo a partir de los estudios llevados a cabo por el CIAM (Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo) (2009-2013) durante el proyecto FEADER "Adaptación e optimización do cultivo en Galicia de diversas materias primas para a elaboración dunha nova cervexa".

**Elección del tipo de producción agrícola:** el modo de producción elegido va a ser la agricultura integrada. Este tipo de agricultura cubre las necesidades de un producto respetuoso con el

medio ambiente que permite seguir avanzando en el cultivo del lúpulo y al mismo tiempo cubre las necesidades del comprador futuro.

**Elección secano/regadío:** según los experimentos llevados a cabo por el CIAM en el proyecto FEADER anteriormente citado, la productividad puede disminuir en un 30% si no se disponen de sistemas de riego. Según LUTEGA, dados estos datos, la amortización de una instalación de riego se produce a los 4 años, gracias al incremento de producción que se tiene. Por todo lo expuesto, se toma la decisión de cultivar el lúpulo en regadío.

**Elección del sistema de riego:** si el sistema instalado es de riego localizado, la cantidad total disminuye más del 50%, con lo que supone una aportación menor de 250 l/m<sup>2</sup>. Una vez hecho el análisis, se decide apostar por un sistema de riego localizado puesto que se cree que las ventajas aportadas superan a las desventajas y por lo tanto se obtendrán mejores resultados.

**Elección del tipo de fertilización:** la fertirrigación se presenta como un sistema más ventajoso en rasgos generales. Se trata de un sistema de fertilización más acorde con las tendencias que debe perseguir la agricultura para conseguir un desarrollo sostenible. Las ventajas que aporta este sistema están acordes con la filosofía que se persigue en esta plantación y por lo tanto va a ser el sistema adoptado en detrimento de la fertilización tradicional.

**Elección del mantenimiento del suelo:** el sistema de mantenimiento de la cobertura se va a realizar con una cubierta permanente en la que se realizarán siegas periódicas. Se sembrará una cubierta de trébol blanco. Esta opción tiene como ventajas, la fijación de N al suelo, la reducción de la erosión, el enriquecimiento de los ecosistemas para realizar un Manejo Integrado de Plagas o la incorporación periódica de materia orgánica.

**Elección del sistema de formación, la altura y el marco de plantación:** se va a adoptar el entutorado sencillo debido a que su coste total es menor que el coste del entutorado en V. La altura a la que se van a disponer las plantas es a 6 m ya que alturas superiores producen sombreados en la base y alturas inferiores producen pérdidas de producción por planta. Los marcos de plantación que se van a realizar son 3 x 1,5 m<sup>2</sup>, siendo tres metros una anchura óptima para permitir el paso de la maquinaria y facilitar el crecimiento de la planta en un entutorado de tipo sencillo.

**Elección del tipo de estructura de la plantación:** se decide poner un sistema de estructuras de 6 m ya que se considera que es el sistema que más garantías de éxito da. Las estructuras tipo codal-raqueta no dan garantías de éxito por la falta de experiencia. Las estructuras de 3 m son inadecuadas para esta latitud.

**Elección del suministro energético:** se decide hacer un abastecimiento energético a partir de la línea de baja tensión existente. El grupo electrógeno se desestima por su inadecuación y las placas solares se desestiman por la falta de instalaciones y por los demás problemas citados. Un abastecimiento a partir de la línea de baja tensión es idóneo y compensa pese al coste que representa la instalación.

## ■ Metas del proyecto

---

Establecimiento de una plantación de 2,04 ha de lúpulo con riego por goteo y fertirrigación en Abegondo (Galicia). Mantenimiento de una cubierta y Gestión Integrada de Plagas. Instalación de todas las infraestructuras necesarias para posibilitar el cultivo.

## INGENIERÍA DEL PROCESO

### ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Antes de proceder al mismo, deben haber finalizado las labores de preparación de suelo, las obras de la instalación eléctrica, la instalación de la caseta de riego así como de las zanjas de conducción de las tuberías de agua y la construcción de caminos.

Las fechas previstas para la plantación condicionarán el resto de operaciones previas. Ésta tendrá lugar a principios de marzo.

Las operaciones previas, por orden de realización, serán:

- Labor fundamental
- Encalado
- Labor complementaria
- Abonado de fondo
- Labor complementaria
- Replanteo
- Recepción, inspección y acepto del envío

Para realizar la plantación se van a utilizar rizomas. Se trata de un material que se propaga fácilmente permitiendo que la labor de plantación sea sencilla.

### PROCESO PRODUCTIVO

#### Instalación de las estructuras

Las estructuras son esenciales para la conducción de la planta. El lúpulo es de manera natural una planta trepadora que crece tomando como tutores las ramas de los árboles que tiene en los alrededores.

Este sistema se constituye de una serie de postes que se disponen en la parcela y permiten sostener una estructura alambrada o enrejado reticular de alambre galvanizado a la que se agarran los tutores sobre los que crece el lúpulo. Los postes se disponen según las líneas de las plantas de modo alterno. Entonces entre cada 2 líneas de postes habrá 3 filas de plantas y 2 calles. Los postes del cuadro externo incluyen un poste por cada línea de plantas y son los postes más fuertes de la empalizada. Éstos, van hincados inclinadamente y atados con vientos a los anclajes de hormigón que ayudan a soportar el peso de las plantas.

#### Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo va a realizarse con una cubierta de trébol blanco permanente que va a ser segada periódicamente. El trébol blanco, es una planta perenne con buena cobertura, crecimiento lento, se adapta bien a las condiciones climáticas (de hecho está de forma adventicia), es atractiva para la fauna y fija N al suelo. Como abono verde, estas cubiertas dan en torno a 10-15 t·ha<sup>-1</sup>, esto representa entre 1.000-2.000 kg/ha de materia seca anual, lo que significa 100 Kg de N fijado·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> (Gento, 2010). Otras especies vegetales como la alfalfa o el

meliloto están recomendadas para esta climatología y suelo, no obstante no todas sus características son las deseables. Es imprescindible realizar resiembras de trébol blanco con el objetivo de aumentar su presencia y conservar así la fijación de N que permite ahorrar costes en fertirrigación.

La siembra debe de hacerse en octubre dadas las condiciones climáticas de la parcela. Como norma general, se debería segar cuando la vegetación alcance una altura de 20 cm, aunque en épocas en las que el cultivo no tenga parte aérea puede reducirse esta limitación. La maquinaria utilizada para segar la cubierta es una segadora rotativa de eje vertical. Ésta permite segar tanto la calle como la línea, ya que uno de los ejes es móvil.

## LABORES DEL CULTIVO

### Colocación de los tutores

Esta labor tiene como objetivo el disponer los tutores que necesitan las plantas para trepar. Uno de los extremos se amarra a ras de suelo con el alambre dispuesto para tal efecto. El otro extremo ha de ser amarrado a la estructura de alambres.

### Entutorado

Se trata de un proceso en el que se eligen los tallos que van a ser trepados, podando aquellos que no sean necesarios. Los tallos elegidos, se colocan en el tutor y se enroscan en sentido dextrorso, es decir, en el sentido de las agujas del reloj de abajo hacia arriba. Como norma general se eligen 6-8 brotes por planta que se enroscan en 2 tutores. Deben de realizarse dos pases.

### Poda

#### *Poda inicial*

La poda inicial se realiza cuando surgen los brotes en primavera. Se hace un pase de discos rotativos a 20 cm por debajo de la superficie, eliminando todos los brotes que han emergido. Se trata de una labor exclusiva de este cultivo que se realiza con el objetivo de dar vigor a la planta y para evitar que pueda verse afectada por las heladas. Se realizará con un apero que consta de dos discos rotativos que cortan los brotes.

#### *Poda de brotes*

La planta suele producir más brotes de los utilizados para entutorar, que habrán de ser eliminados ya que favorecen el desarrollo de enfermedades fúngicas. Esta labor se realiza a mano inmediatamente después de haber hecho el entutorado.

#### *Poda en verde*

Poda de las hojas de la parte inferior de la planta para evitar el desarrollo y propagación de plagas como la araña roja o enfermedades fúngicas como el oidio o el mildiu.

## Aporcado

Se trata de una operación que se realiza con el objetivo de reponer la tierra que se ha retirado durante la poda. Es una operación que se realiza en otoño cuando la parte aérea de la planta se ha secado. Con esta operación, se protege a la planta de las heladas invernales.

## Cosecha y procesado

La cosecha se realiza cuando los contenidos de resinas, taninos y aceites esenciales son mayores. Debe de realizarse cuando el cono vira de color de verde brillante a verde pálido con el ápice de algunas brácteas de color áureo.

Se trata de una operación semi-mecanizada. Para llevarla a cabo se necesita un vehículo con remolque integrado y un tractor por detrás que vaya cortando. El primer paso a realizar es cortar el tallo para separarlo del sistema radicular. El siguiente paso consiste en cortar la planta por la parte superior, a la que se encuentra amarrada. Esto se realiza mecánicamente con un apero de sierra que va cortando la planta a la altura de la estructura de alambre, dejando que esta caiga sobre el remolque que arrastra el vehículo. Una vez que se ha cosechado, es muy importante llevarse la planta de los remolques al tratamiento de pelado.

## Pelado

Una vez cosechadas, las flores se deterioran rápidamente, por lo que el pelado se debe hacer lo antes posible después del cosechado, para lo cual se hacen pasar las plantas por unas máquinas denominadas “peladoras”. Esta operación se realiza mediante el paso a través de mallas y sufriendo corrientes de ventiladores. El resultado final contiene un 15% de impurezas que son sobre todo hojas, ramos y otros productos.

## Secado

El objeto del secado es disminuir el contenido de humedad de las flores desde el 75 -80% hasta 9 - 11%, con el fin de facilitar su conservación y posterior transformación. Para evitar posibles problemas de deterioro (disminución de la cantidad de  $\alpha$ -ácidos) se debe secar lo antes posible.

## Acondicionamiento, pelado y envasado

Durante este período la humedad residual de la flor se uniformiza pasando parte de la humedad del raquis a las brácteas. El acondicionamiento se realizará durante la noche siguiente al secado. En este tiempo de acondicionamiento el lúpulo puede ganar entre un 1 y un 2% de humedad.

El proceso de peletizado permite disminuir el volumen que ocupa una misma cantidad de lúpulo hasta cuatro veces, además de ser la forma en que lo solicita la empresa compradora del producto, Hijos de Rivera S.A.. El proceso de peletizado se divide en dos fases. La primera consiste en moler los conos hasta convertir el lúpulo en polvo. Posteriormente se debe de comprimir para agruparlo y reducir el volumen.

El envasado se hace al vacío y existen distintas opciones: bolsas aluminizadas de 0,5 - 1 - 5 kg. En función de las preferencias del comprador se venderán unas u otras.



El almacenamiento se realiza en un espacio con unas condiciones especiales que permitan mantener lo conos el mayor tiempo.

## MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Se va a hacer una Gestión Integrada de Plagas (GIP) y enfermedades. El objetivo es reducir el uso de fitosanitarios para luchar contra plagas maximizando los recursos biológicos, agentes físicos o prácticas agronómicas, creando ecosistemas naturales que permitan establecer un equilibrio entre las plagas/enfermedades y los enemigos naturales.

Frente a la ausencia de un Reglamento técnico de producción integrada para el cultivo, para elaborar este apartado, se ha consultado la información de los reglamentos técnicos de cultivos con similitudes (como la vid) para la comunidad de Galicia. Además, para realizar la GIP, es indispensable conocer el ecosistema existente en la parcela y en los alrededores con el objetivo de saber cuáles son sus componentes y poder conocer las especies vegetales que pueden hospedar a las plagas/enfermedades así como otras interrelaciones.

### Plagas

**Araña amarilla, *Tetranychus urticae* (Koch):** generan una pérdida importante de rendimiento y de calidad. Los ataques suelen aparecer en focos bien delimitados, por lo que es importante vigilar su aparición. Hiberna en lugares resguardados de la intemperie como grietas u otros cobijos. Para controlar la población del ácaro es preciso hacer una vigilancia preventiva en la plantación para tener control de la presencia/ausencia.

Las cubiertas de suelo pueden alojar poblaciones de enemigos naturales de la araña amarilla (por ejemplo *Chrysopa* sp.). Es fundamental favorecer y atraer poblaciones de enemigos naturales para que se instalen en la plantación. Entre algunos de los enemigos naturales de la araña amarilla utilizados para realizar sueltas se encuentran *Amblyseius swirskii* Athias-Henroit y *Neoseiulus cucumeris* Oudemans.

**Pulgón, *Phorodon humuli* (Schrank):** el daño se produce debido a la succión de fotoasimilados que realiza el pulgón con sus estiletes. Las hojas se vuelven amarillas, quebradizas y se rizan. Además depositan melaza sobre las hojas produciendo el desarrollo de hongos (fumagina). El cono termina por atrofiarse y volverse marrón. Los daños pueden producir disminuciones importantes en la cantidad y la calidad de la cosecha.

Entre los enemigos naturales (predadores y parasitoides) para realizar sueltas destacan *Adalia bipunctata*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae*, *Chrysoperla carnea* y otros.

### Enfermedades

**Mildiu, *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe & Takah.) G.W. Wilson:** Es el agente patógeno más nocivo para el cultivo. En Galicia, dadas las condiciones meteorológicas favorables, el mildiu es muy frecuente. Aparece con temperaturas suaves (15-18°C) y elevada humedad relativa, por lo que las épocas de mayor riesgo corresponden generalmente a los meses de mayo y junio.

Durante la infección secundaria, el hongo infecta a brotes y ramas secundarias, que pueden decaer, se ahuecan y más tarde se necrosan. Las inflorescencias afectadas se secan, presentan un color marrón oscuro y pueden caer.

Para el control de la enfermedad, no existe en la actualidad ningún método que sólo, pueda ser eficiente. Suelen utilizarse combinaciones de distintas técnicas: variedades resistentes, medidas de saneamiento, prácticas culturales tendentes a reducir los períodos de humedad...

**Oidio**, *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex. Fr.) Cooke: el síntoma más común es la aparición de pequeñas manchas circulares blancas y pulverulentas sobre las hojas, brotes, tallos y conos que a medida que el hongo se disemina.

Cuando el hongo se extiende en los conos, se produce deformación, los tejidos mueren y el cono toma colores marronáceos destruyéndolo. El oidio es responsable de pérdidas importantes del rendimiento y la calidad de la cosecha, no obstante, su importancia en Galicia es menor que la del mildiu. El tratamiento debe comenzar a la vez que contra el mildiu.

El control de esta enfermedad se lleva a cabo realizando una serie de medidas que conjuntamente reducen el riesgo de la enfermedad.

## RIEGO

Como sistema de riego se va a utilizar el riego por goteo. La capacidad de campo del suelo es el 21%. El PMP es 9% y se considera un suelo con 1 m de profundidad.

El riego se calculará realizando la siguiente operación:

$$\text{Riego neto} = ET_c - PE - \text{Reserva del suelo}$$

Donde:

- $ET_c$  : Evapotranspiración de referencia.
- PE: Precipitación efectiva.

Considerando los valores de CC, PMP y profundidad proporcionados, el agua total disponible (ATD) asciende a 120 mm. Considerando un Nivel de Agotamiento Permisible (NAP) de 0,65; el Agua Fácilmente Aprovechable (AFA) =  $0,65 \times 120 = 78$  mm.

## Cálculo y programación de riegos

Los riegos comienzan a realizarse cuando la planta sufre estrés hídrico, es decir, cuando se alcanza el NAP. Los riegos teóricos que se van a dar van a ser de 50 mm.

El riego comenzará a realizarse por tanto el 11 de junio ya que entonces se acaba la reserva y la planta carece de disponibilidad de agua. El resto de riegos se va calculando obteniendo la tabla 3 en la que se resumen las fechas de riego y dotaciones.

Tabla 3: Dotación, tiempo de riego y días del mes en los que se riega (Elaboración propia).

	Riegos		
	mm	m <sup>3</sup>	días
Junio	100	2.128,2	11, 26
Julio	100	2.128,2	11, 26
Agosto	100	2.128,2	10, 26

La dosis bruta total a aplicar es de  $1.021,95 \text{ m}^3 \cdot \text{riego}^{-1}$  teniendo en cuenta que se hace un aporte de  $50 \text{ mm} \cdot \text{riego}^{-1}$ .

Para el cálculo de la dosis neta se considera un rendimiento de aplicación de 0,9604 deduciendo este coeficiente de la siguiente ecuación:

$$R_a = 1 - 1,32 \cdot CV$$

Donde CV es el coeficiente de variación de los goteros instalados.

Debido a lo excesivamente teórico de este método, las necesidades hídricas de las plantas no suelen ajustarse a los cálculos realizados a causa de la variabilidad de las condiciones ambientales. Por ello, se hace necesario tener un método más preciso que dé una idea de las necesidades reales de las plantas a diario de tal manera que pueda calcularse el momento más óptimo para llevar a cabo el riego. Para ello, va a instalarse el sistema SENS ITG Agro que permite monitorizar los parámetros edafoclimáticos a través de son que envían la as información en tiempo real al responsable técnico del cultivo, permitiéndole disponer de información objetiva para la toma de decisiones.

## FERTILIZACIÓN

El cultivo tiene las siguientes extracciones medias al año:

- 180 kg de N·ha<sup>-1</sup>.
- 50-59 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>.
- 181-209 kg de K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>.
- 40 kg de MgO·ha<sup>-1</sup>.

En cuanto al N, se observa que los aportes son superiores que las extracciones por lo que no va a ser necesario realizar aportes de N mediante fertilizantes.

El abonado potásico y fosfórico deben de reponer los nutrientes extraídos por la cosecha. Deberán de ser utilizados fertilizantes que sean solubles en agua para poder ser administrados a través del riego.

Se realizarán análisis foliares periódicos anuales para conocer el estado nutricional de la planta y conocer las necesidades exactas de fertilizantes.

## INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

### INSTALACIÓN DE RIEGO

#### Características del sistema de riego

La finca se dividirá en 2 sectores de riego que contarán a su vez con dos unidades. Los riegos se van a realizar por sectores. Las unidades se diseñan para darle flexibilidad al sistema y poder regar de manera separada si fuese necesario.

Los goteros que se van a instalar son autocompensantes, con un caudal de  $8 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$  y un rango de compensación de presiones comprendido entre 10 y 34 m.

En el caso de los ramales, nos decantaremos por una tubería de polietileno que presenta un diámetro exterior de 20 mm, con un diámetro interior de 17,4 mm y 1,3 mm de espesor. Las pérdidas de carga se calcularán mediante la utilización de la ecuación de Blasius.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías terciarias utilizaremos nuevamente la fórmula de Blasius. Por criterio económico se decide utilizar la tubería PE-40 (Presión = 4 atm) de 35,2 mm interior, 40 mm exterior y espesor = 2,4 mm.

Para el cálculo de la tubería principal, se elegirá como material el Policloruro de Vinilo (PVC) por su alta resistencia. Para efectuar el dimensionamiento, se ha seguido el criterio de velocidad, fijando ésta en un máximo de  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Las pérdidas de carga se hallarán mediante la expresión de Darcy-Weisbach.

De esta manera, obtenemos la tabla 4 en la que se puede observar un resumen de las tuberías que van a ser utilizadas:

Tabla 4: Cuadro resumen de las tuberías del sistema.

Tubería	Material	D exterior (mm)	D interior (mm)	P (atm)	L (m)	hf (m)
Portagoteros	PE-32	20	17,4	4	87	4,70
Terciaria	PE-40	40	35,2	4	28,5-27	1,26-2,16
Alimentación	PVC	75	70,6	6	125	2,93

El agua de abastecimiento de la red de riego procede del río Mero. Para la toma se ha hecho una obra para facilitar la toma de agua y evitar la entrada de partículas con ella. De esta manera, se han colocado los filtros necesarios. Se ha comprobado así mismo que no se producirá el fenómeno de cavitación.

#### Cabezal de riego

El cabezal de riego estará formado por un equipo de filtrado (hidrociclón y filtro de anillas), los equipos de control y medida (contador, sondas, manómetros y válvulas), equipo de fertilización (tanques e inyectores) así como el equipo de impulsión.

## Bomba

Para su dimensionamiento, se tiene en cuenta la altura de agua necesaria  $H_m$  al principio de la subunidad más desfavorable, que lleva las pérdidas de carga en el lateral y en la tubería terciaria.

La altura manométrica a la que habrá que le elevar el agua, teniendo en cuenta un 10% de sobredimensionamiento por razones de seguridad, es 34,99m. El caudal a elevar son aproximadamente  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  con lo que se escogerá una bomba centrífuga monoetapa monobloc con un motor acoplado de potencia 4 kW.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones diseñadas en el proyecto presentan unas necesidades energéticas que deben ser abastecidas. El suministro de energía eléctrica se hará a partir de una línea de baja tensión de 230/400 V (Plano nº 8).

### Necesidades de alumbrado de la caseta de riego

Se van a emplear dos fluorescentes que poseen 36 W de potencia y un flujo luminoso de 3.250 lm.

### Necesidades de energía eléctrica

Se dispondrán en la caseta de riego los siguientes receptores: bomba, toma de luz, toma de corriente y elementos del cabezal así como las electroválvulas. La potencia máxima demandada será de 9.078,64 W.

Como modos de instalación que van a ser utilizados, estarán el modo B1, que se utilizará para las líneas de la caseta de riego y el modo D, que se utilizará para las líneas que vayan enterradas subterráneas.

Las secciones calculadas para cada una de las líneas así como la caída de tensión, la intensidad y otra información quedan reflejadas en la tabla 5:

Tabla 5: Cuadro resumen de las líneas eléctricas.

Línea	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión (V)	Inicio	Fin	Long.	Tipo
1	0,56	1,5	0,05	CGMP	Luminarias	4	Monofásica
2	16,00	2,5	1,52	CGMP	Toma de fuerza	4	Monofásica
3	1,53	1,5; 2,5	0,12	CGMP	Electroválvulas	100	Monofásica
4	15,24	2,5	0,36	CGMP	Bomba	4	Trifásica
5	14,11	16,0	5,07	CPM	CGMP	200	Trifásica

### Elementos de protección y seguridad

Como elementos de protección de la instalación, se instalarán interruptores magnetotérmicos, capaces de soportar, establecer e interrumpir corrientes en condiciones de cortocircuito. Los interruptores magnetotérmicos a instalar serán:

Tabla 6: Interruptores magnetotérmicos en la instalación.

INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS				
Línea	Intensidad máxima admisible (A)	Intensidad (A)	Características	Tipo de curva
1	17,00	0,59	Bipolar 10 A	C
2	23,00	16,00	Bipolar 20 A	C
3	17,00	3,72	Bipolar 10 A	C
4	21,00	16,05	Tetrapolar 20 A	D
5	67,00	15,31	Tetrapolar 20 A	D

Como elementos de seguridad, se instalarán los interruptores diferenciales. Éstos, serán de alta sensibilidad, de 30 mA (a excepción del de la línea de derivación individual, de 300 mA):

Tabla 7: Interruptores diferenciales en la instalación.

INTERRUPTORES DIFERENCIALES	
Línea	Características
1	Bipolar, 25 A, Sensibilidad 30 mA, 230 V
2	Bipolar, 25 A, Sensibilidad 30 mA, 230 V
3	Bipolar, 25 A, Sensibilidad 30 mA, 230 V
4	Tetrapolar, 40 A, Sensibilidad 30 mA, 400 V
5	Tetrapolar, 40 A, Sensibilidad 300 mA, 400 V

Se dispondrá una puesta a tierra con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico. La longitud del electrodo será de 0,0625 m, con una línea de enlace de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

### Tarifas eléctricas

Para la facturación, se utilizarán las tarifas vigentes de electricidad a partir del 1 de enero de 2013, publicadas en el BOE de 27 de diciembre de 2012. De este modo:

- Energía consumida: 1.398,50 kWh/año.
- Coste de la energía consumida: 211,08 €/año.
- Coste potencia contratada: 218,93 €/año.
- Impuesto sobre electricidad: 21,98 €/año.

Total tarifa: 452,00 €/año.

## **PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO**

La fecha de inicio acordada para el comienzo de la ejecución de las distintas actividades será abril de 2013. En este momento se hará el pedido al vivero Sociedad Plantas de Piadela S.L. de 4.679 plantas (incluyendo un 3% de marras).

La primera labor después del encargo será la preparación del terreno incluyendo esto la labor profunda, labor complementaria, abonado, encalado, construcción de caminos y alisado del terreno donde se situará la caseta de riegos.

Después se hará la instalación de toda la infraestructura: suministro eléctrico, caseta de riego, estructuras de entutorado y sistema de riego con todos sus elementos.

Una vez realizadas estas labores, se pasará al replanteo y plantación, que se hará a principios de marzo.

Durante el año 1, se realizarán todas labores necesarias para que la plantación salga adelante con éxito.

## **PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

En el Anejo nº 6 de este documento se pueden encontrar los precios de la ejecución de las actividades desglosados, divididos en mano de obra, maquinaria y materiales, así como los precios auxiliares de cada operación y un desglose de los distintos precios ordenados por jerarquías.

Más adelante, en el Presupuesto, se pueden encontrar los precios unitarios y las mediciones de cada actividad o material, así como el presupuesto desglosado por capítulos y el resumen del mismo.

En el presente proyecto, el presupuesto de ejecución material supone un total de 101.505,48 €.

El presupuesto de ejecución por contrata (incluyendo el 9 % de gastos generales, el 6 % de beneficio industrial y el 21 % de I.V.A.) es de 141.244,87€.

El presupuesto general asciende a la cantidad de 158.439,90 €.

## **EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO**

Para realizar esta evaluación, se hace necesario conocer al detalle los costes y los beneficios que el proyecto va a producir a lo largo de su vida útil. Para realizar el estudio de costes, se han tomado los datos que LUTEGA ha puesto a disposición, fruto de la experiencia en las plantaciones que tienen. Como inversión se ha puesto el total del presupuesto desglosándolo en año 0: costes del proyectista y año 1 en el que se incluye el resto de la inversión. Los costes de capital circulante se calculan en función del interés y la cantidad prestada.

Los beneficios ordinarios proceden de la venta de la producción a Hijos de Rivera S.A. así como a otros clientes que compren el producto para otros fines o para microcervecerías. Además, se van a tener beneficios en concepto de subvenciones, éstas las concede el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente a través de la Consellería do Medio Rural de la Xunta de Galicia. Se incluyen también los beneficios extraordinarios por el valor residual de la maquinaria y de las inversiones.

Para el análisis de la inversión, se van a llevar a cabo dos tipos de estudios económicos diferentes, uno de ellos sin financiación externa (financiación propia) y otro con financiación (financiación ajena).

Para el caso de financiación propia, se obtienen los siguientes valores:

- $VAN_{2\%} = 50.948,68 \text{ €}$
- $TIR = 5,32 \%$

Para el caso de financiación ajena, se obtiene un préstamo de 100.000€ con un periodo de carencia de 2 años y un periodo de amortización de 5 años. La tasa de interés es de 5% y la hipótesis de inflación 2%. Consecuentemente, se obtienen los siguientes valores:

- $VAN_{2\%} = 46.802,55 \text{ €}$ .
- $TIR = 6,57\%$ .

Para ambos casos, resulta una inversión económicamente factible y rentable. Ambas TIR son superiores que el coste de oportunidad impuesto por el promotor. La TIR para la financiación ajena es superior que para la financiación propia pero el VAN es superior para el primer caso.

En Madrid a 19 de Marzo de 2013

El alumno:

Fdo.: Fernando Bañón Izu